La modélisation informatique décrypte le rôle majeur de l'interface entre un fleuve et les eaux souterraines comme foyer de libération d'arsenic

14 avril 2020 | Stephanie Schnydrig
Catégories: Eau potable | Polluants

Des efforts de recherche considérables ont été déployés ces vingt dernières années pour mieux comprendre l'origine de la pollution des eaux souterraines à l'arsenic et la répartition du phénomène. Une équipe de recherche internationale, à laquelle participe l'Eawag, utilise aujourd'hui la modélisation du transport réactif pour intégrer une grande partie des enseignements tirés dans des simulations informatiques qui reproduisent les interactions complexes entre l'écoulement des eaux souterraines, le transport des substances dissoutes et les mécanismes de réaction géochimique.

La contamination naturelle (géogénique) des eaux souterraines par l'arsenic est un problème d'envergure mondiale, avec des occurrences notables dans de grandes parties des aquifères alluviaux et deltaïques d'Asie du Sud et du Sud-Est. Des modèles informatiques sont nécessaires pour analyser les observations réalisées sur le terrain, pour déterminer quels processus chimiques et physiques jouent un rôle et pour prévoir le comportement de l'arsenic dans les aquifères, c'est-à-dire où et quand des pollutions pourraient survenir à l'avenir. Une équipe de recherche conduite par des scientifiques australiens de l'Université Flinders, du CSIRO et de l'Université d'Australie-Occidentale, en coopération avec leurs collègues de l'Institut fédéral suisse des sciences et technologies de l'eau (Eawag), a publié son étude dans le dernier numéro de la revue Nature Geoscience.

Reconstituer le passé pour prévoir le futur comportement de l'arsenic

L'équipe de recherche a sélectionné un site fortement pollué à l'arsenic près de Hanoï, au Vietnam,

pour mettre au point et tester son modèle informatique. Dans un premier temps, les scientifiques ont reconstitué la vitesse des eaux souterraines au cours des cinq dernières décennies en intégrant les concentrations de tritium, déterminées de façon expérimentale, qui s'étaient infiltrées dans les eaux souterraines depuis l'atmosphère à l'époque des essais nucléaires, ainsi que son produit de désintégration, l'hélium, un gaz noble. Lorsque les modèles de simulation ont coïncidé avec les concentrations mesurées expérimentalement, une complexité supplémentaire a été ajoutée pour simuler la façon dont l'arsenic a été mobilisé et transporté dans l'aquifère holocène.

L'interface entre le fleuve et les eaux souterraines agit comme un foyer de réaction

Sur le site étudié, des changements sont intervenus dans l'écoulement des eaux souterraines ces 50 dernières années, depuis que la ville de Hanoï a nettement intensifié les pompages pour répondre à la demande d'eau en constante augmentation. Il s'agit du principal facteur déclencheur de la pollution de l'aquifère à l'arsenic, comme l'a montré une étude antérieure à laquelle l'Eawag a participé. La modélisation informatique a permis aux chercheurs d'identifier l'origine de l'arsenic: il provient des boues qui se déposent régulièrement dans les zones du fleuve Rouge où le débit est plus faible. Les matières organiques contenues dans ces boues déclenchent une réaction biochimique qui entraîne, aujourd'hui encore, la libération de l'arsenic et son transport sur plusieurs kilomètres jusqu'à l'aquifère situé sous le village de Van Phuc. En utilisant en mode prédictif le modèle informatique qu'ils ont mis au point, les scientifiques ont mis en évidence l'interaction de quatre facteurs clés dans l'évolution et la persistance de la libération d'arsenic au niveau de l'interface entre les eaux de surface et les eaux souterraines: (i) la présence d'une grande quantité de matière organique réactive; (ii) la richesse en oxydes de fer; (iii) le débit du ruissellement souterrain; et (iv) le taux de dépôt des boues fluviales.

«Je suis convaincu qu'une modélisation avancée des eaux souterraines et un traçage hydrologique de pointe nous fournissent certains des outils dont nous avons besoin pour faire face à la contamination géogénique des ressources en eau», déclare Rolf Kipfer, géochimiste à l'Eawag et coauteur de l'étude.

À l'échelle de la planète, l'arsenic est l'un des principaux contaminants inorganiques de l'eau potable. Ce métalloïde est naturellement présent dans de nombreux sédiments et peut causer d'importantes pollutions lorsqu'il se dissout dans les eaux souterraines. Les sels d'arsenic n'affectent ni le goût, ni l'odeur de l'eau, mais sont extrêmement toxiques pour l'être humain. Leur ingestion prolongée, même à faibles doses, peut avoir de graves conséquences sur la santé, provoquant notamment une hyperpigmentation de la peau, une hyperkératose palmo-plantaire, des troubles hépatiques, rénaux et cardiovasculaires, ainsi que différentes formes de cancer. La gestion du problème est rendue difficile par la forte fluctuation géographique des teneurs en arsenic. Par ailleurs, les risques sont encore ignorés dans de très nombreuses régions où les puits et les eaux souterraines n'ont jamais été analysés. Les concentrations en arsenic sont jugées préoccupantes au-delà de 10 ?g/L. Cette valeur limite a donc été retenue par l'Organisation mondiale de la Santé pour l'eau potable.

Photo de couverture: Eawag

Publication originale

Ilka Wallis, Henning Prommer, Michael Berg, Adam Siade, Jing Sun, and Rolf Kipfer (2020). The river-groundwater interface as a hotspot for arsenic release. Nature Geoscience. https://www.nature.com/articles/s41561-020-0557-6

Source

Press release by Flinders University, Adelaide, South Australia

Contact

Michael Berg
Chef adjoint de département
Tel. +41 58 765 5078
michael.berg@eawag.ch

Rolf Kipfer
Tel. +41 58 765 5530
rolf.kipfer@eawag.ch

https://www.eawag.ch/fr/portail/dinfo/actualites/news-archives/detail-de-larchive/la-modelisation-informatique-decrypte-le-role-majeur-de-linterface-entre-un-fleuve-et-les-eaux-souterraines-comme-foyer-de-liberation-darsenic